IŞIK TEORİLERİ

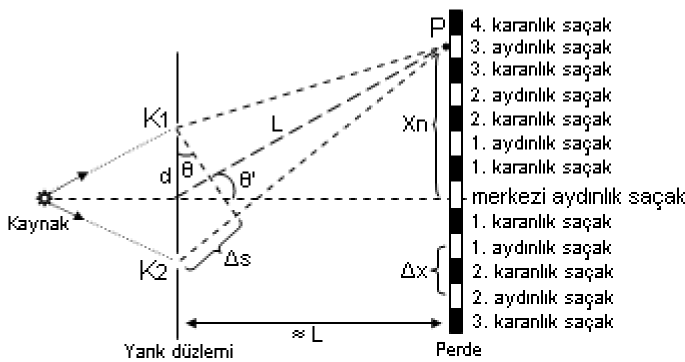
ÇİFT YARIKLA GİRİŞİM DENEYİ

Thomas Young ışık kaynaklarının su ortamında girişim yapan su dalgaları gibi davrandığını ortaya koymak için bir düzenek hazırlamıştır.

Bu deney için aynı fazda çalışan iki ışık kaynağına ihtiyaç vardır. Bunun için ışık kaynağının önüne konulan çok ince iki yarıktan oluşan engel kullanılabilir. Bu şekilde aynı fazda iki ışık kaynağı elde edilmiş olacaktır.

Bu deneyde girişimin iyi gözlenebilmesi için;

I. Kaynaklar aynı fazla olmalıdır.
II. Dalga boylarının eşit olması girişimi daha iyi görmemizi sağlar.
III. Tek renk ışık kullanılmalıdır.
IV. Kaynak yarıklardan eşit uzaklıkta olmalıdır.
V. Yarıklar arası uzaklık çok küçük olmalıdır.
VI. Zıt fazda girişim gözlenmez



Kaynaklardan çıkan ışınlar merkez doğrultusuna eşit uzaklıkta oldukları için, perdede merkez doğrultu üzerinde birbirini güçlendirir ve merkezi aydınlık saçağı oluştururlar.

Merkezi aydınlık saçağın altında ve üstünde simetrik olarak karanlık ve aydınlık saçaklar sıralanılırlar.

$\text{Sin}\theta = \frac{|OK_2|}{d}$ ise yol farkı ; $|OK_2| = d.\text{Sin}\theta$

$\theta \approx \theta' \Rightarrow \text{Sin}\theta = \text{Sin}\theta'$ ise $\frac{|AK_1|}{d} = \frac{Xn}{L}$

Yol farkı = $|OK_2| = \frac{d.Xn}{L}$ dir.

d : yarıklar arası uzaklık
L : Yarık düzlemi ile perde arası uzaklık
Xn : n. Aydınlık yada karanlık saçağın merkezi aydınlık saçağa uzaklığı

Aydınlık girişim saçağı;

Eğer perde üzerindeki P noktasının kaynaklara olan yol farkı, kullanılan ışığın tam katlarına eşitse, P noktasında aydınlık saça oluşur.

Yol farkı = λ, 2λ, 3λ, …
Yol farkı = n.λ

$d.\text{Sin}\theta = \frac{d.Xn}{L} = n.$

n = 1,2,3,… gibi tam sayı olup, P noktasının merkez doğrusund itibaren kaçıncı aydınlık saçak olduğunu gösterir.

Kkaranlık girişim saçağı

Eğer perde üzerindeki P noktasının kaynaklara olan yol farkı, kullanılan ışığın buçuklu katlarına eşitse, P noktasında karanlık saçak oluşur.

Yol farkı = $\frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2}, ...$

Yol farkı = $(n - \frac{1}{2}).\lambda$

$d.\text{Sin}\theta = \frac{d.Xn}{L} = (n - \frac{1}{2}).\lambda$

n = 1, 2, 3,… gibi tam sayı olup, P noktasının merkez doğrusun itibaren kaçıncı karanlık saçak olduğunu gösterir.

Saçak genişliği

Girişim deseninde ardışık iki aydınlık yada iki karanlık saçağın c noktaları arası uzaklığa saçak aralığı denir.

$\frac{d.Xn}{L} = n.\lambda$ ise $Xn = \frac{n.\lambda.L}{d}$ dir.

Buna göre 1. aydınlık saçak için $\Delta X = Xn$ dir.

$\Delta X = \frac{\lambda.L}{d}$

Çift yarıkta girişim özellikleri

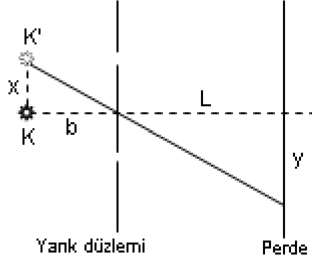
1.)
Işık kaynağı yarık düzlemine doğru yaklaştırılırsa;

a) Saçakların yerleri değişmez.
b) Saçakların parlaklığı artar.
c) Kaynaklar arası faz farkı oluşmaz.

2.)
Işık kaynağı yukarı doğru kaydırılırsa;

a) Kaynaklar arası faz farkı oluşur.
b) Bütün saçaklar aşağı yönde kayar.
c) Yeri değişen merkezi aydınlık saçağın kayma miktarı üçgende benzerlikten bulunur.

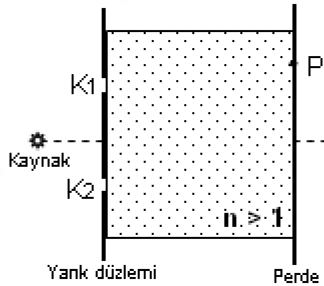
$\frac{x}{y} = \frac{b}{L}$ ise $y = \frac{x.L}{b}$ dir.



3.)
Yarık düzlemi ile perde arasına saydam bir madde yerleştirilirse ;

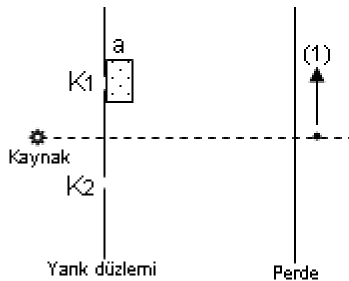
a) Kaynaklar arası faz farkı oluşmaz.
b) Işığın hızı ve dalga boyu küçüldüğünden saçak aralığı küçülür.
c) Saçak aralığı küçüldüğü için saçak sayısı artar.

$\lambda^{I} = \frac{\lambda}{n} \Leftrightarrow V = \frac{c}{n}$
olduğundan
$\Delta X^{I} = \frac{L.\lambda^{I}}{d} = \frac{L.\lambda}{d.n}$



4.)
Yarıklardan bir tanesinin önüne a kalınlığında saydam bir madde konulduğunda;

a) K_1, K_2 ye göre geç kalır.
b) Kaynaklar arası faz farkı oluşur.
c) Girişim deseni K_1 yarığına doğru kayar.
d) Saçak genişliği değişmez.
e) Toplam saçak sayısı değişmez.
f) Saçakların simetrisi değiştiği için aydınlık ve karanlık saçakların sayısı değişebilir.



Kaynaklar arası gecikme süresi; $P = \frac{\Delta t}{T} = \frac{\Delta \ell}{\lambda}$

$\Delta t = t_s - t_i$; $\Delta t = \frac{a}{V} - \frac{a}{c}$; $V = \frac{c}{n}$

$\Delta t = \frac{a.(n-1)}{c} = \frac{\Delta \ell}{c}$; $\Delta \ell = a.(n-1)$

O zaman perde üzerinde oluşan ışık dalgaları arasında a.(n-1) kadar yol farkı oluşur.

Merkezi aydınlık saçağın kayma miktarı ise;

$x = \frac{a.(n-1).L}{d}$ kadar olur.

5.)
Kullanılan ışığın frekansının yada dalga boyunun değişmesi merkezi aydınlık saçağının yerini değiştirmez.
Fakat saçak aralığını etkiler.

a) Renge göre saçak aralığı değişir.
b) Beyaz ışıkta girişim net olmaz.

6.)
Kullanılan ışık dalgalarının genliği, ışığın hızını ve dalga boyunu etkilemediği için girişim saçaklarında bir etkisi gözlenmez.

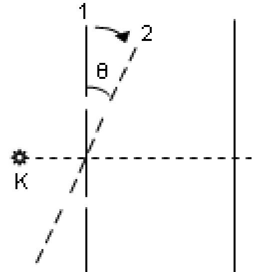
7.)
Yarıklar düzleminin döndürülmesi durumunda yarık genişliği küçüleceğinden saçak aralığı büyür.

Merkezi aydınlık saçak yukarı yada aşağı yönde kayabileceği gibi hareket de etmeyebilir.

$d^{I} = d.\cos\theta$

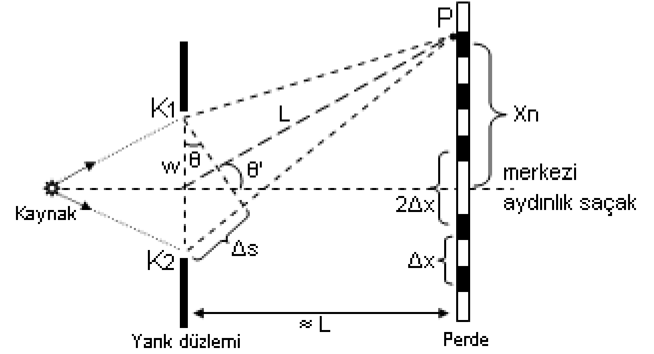
$\Delta x = \frac{\lambda.L}{d.n}$ ve $\Delta x^{I} = \frac{\lambda.L}{d^{I}.n}$

$\Delta x^{I} > \Delta x$ dir.



TEK YARIKTA GİRİŞİM

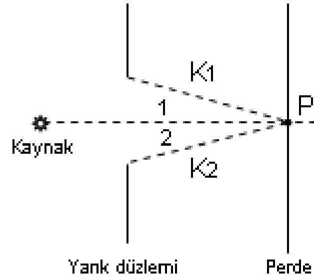
Su dalgalarının, engeller arasındaki dar bir aralıktan geçtikten sonra kırınıma uğrayarak dairesel şekilde yayıldıklarını biliyoruz.
Kırınım olayını ışık dalgalarında da gözlemek mümkündür.
Dar bir yarık üzerine paralel ışık demeti gönderilirse, ekran üzerinde aydınlık ve karanlık girişim saçakları oluşur.



1. Eğer yol farkı sıfır ise;

Yol farkı = $\Delta S = K_2 - K_1 = O$

1 ile 2 bölgesinde bulunan kaynaklar P noktasına eşit uzaklıkta olduğu için aynı fazlı gelmektedir. Bu yüzden bu bölgede aydınlık görünür.



Ekrandaki bir P noktasından aralığın uçlarına gelen ışıkların uzaklıkları arasındaki yol farkı;

a) PK_2 - PK, = λ , 2λ, 3λ,…, $n\lambda$ ise;

P noktası karanlık saçak üzerinde olur. P noktasının kaçıncı karanlık saçak üzerinde olduğu ise;

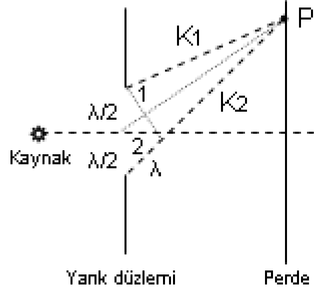
PK_2 - PK, = $n\lambda$ eşitliği ile bulunur.

b) $PK_2 - PK_1 = \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \ldots, (n+\frac{1}{2})\lambda$ ise;

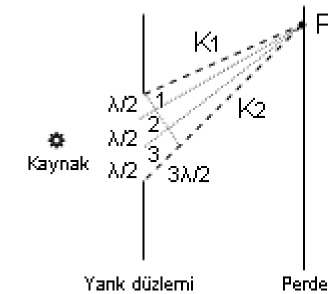
P noktası aydınlık saçak üzerinde olur. P noktasının kaçıncı aydınlık saçak üzerinde olduğu ise;

$PK_2 - PK_1 = (n+\frac{1}{2})\lambda$ eşitliği ile bulunur.

2. $\Delta S = K_2 - K_1 = \lambda$ ise;
1 ile 2 bölgesinden gelen kaynakların faz farkı λ/2 olduğundan birbirini söndürür ve P noktası karanlık görünür.



3. $\Delta S = K_2 - K_1 = \frac{3.\lambda}{2}$
1 ile 2 bölgesinden gelen kaynakların faz farkı λ/2 olduğundan birbirini söndürür fakat bu kez de 3 bölgesinden gelen kaynak P noktasını aydınlatır ve bu bölge aydınlık görünür.



Tek yarıktaki yol farkı aşağıdaki bağıntı ile de bulunabilir.

$$\text{Sin } \theta = \text{Sin } \theta'$$

$$\frac{|AK_2|}{W} = \frac{X_n}{L} \quad ; \quad |AK_2| = \frac{W.X_n}{L} \quad \text{olur}$$

$|AK_2|$ aynı zamanda W. Sin θ' ya da eşit olacağından;

❖ Karanlık saçaklar için;

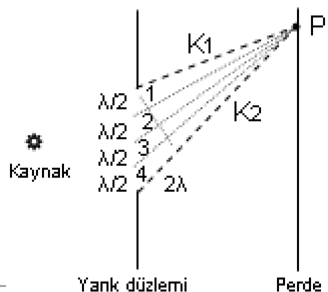
$$W \text{ Sin } \theta = \frac{W X_n}{L} = n\lambda \text{ olur}$$

❖ Aydınlık saçaklar için

$$W \text{ Sin } \theta = \frac{W X_n}{L} = (n+\frac{1}{2})\lambda \text{ olur}$$

4. $\Delta S = K_2 - K_1 = 2.\lambda$ ise;

1 ile 2 bölgesinden gelen kaynakların faz farkı λ/2 olduğundan birbirini söndürür. 3 ile 4 birbirini söndürür ve P bölgesi karanlık görünür.

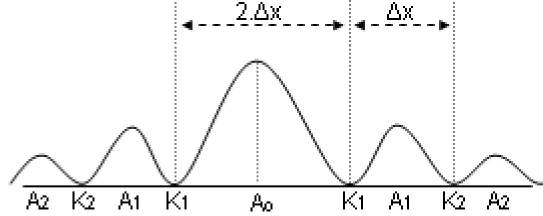


Tek yarıktaki aynı cins komşu iki saçak genişliği;

$\Delta X = \frac{L\lambda}{W}$ bağıntısı ile bulunur.

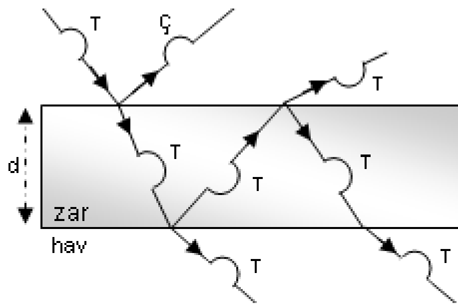
W : Yarık genişliği
L : Yarık ekran uzaklığı
d : Yol farkı
X_n : n. saçağın merkez doğrusuna olan uzaklığı
ΔX = Ardışık iki saçak arası uzaklık

Tek yarıkla yapılan girişim desenindeki saçak özellikleri:



1. Merkezi aydınlık saçak diğer aydınlık saçaklara göre daha parlaktır.
2. Tek yarıkla yapılan girişim deneyinde merkezi aydınlık saçak $2\Delta X$, diğerleri ΔX genişliğindedir.
3. Merkezi aydınlık saçağın dışındaki ardışık saçaklar arasındaki mesafeler eşittir
4. Ekran üzerindeki saçakların parlaklığı merkez doğrusundan uzaklaştıkça azalır.

İNCE ZARLARDA GİRİŞİM:



Bir sabun köpüğü zarına ışık düşünce renklenme gözlenir. Bu olay bize ışığın yansıması ve kırılmasından sonra meydana gelen girişim olayını gösterir.

İnce zardaki ışık dalgalarının yansıması ve kırılmasını dalgaların yaylardaki hareketine benzetebiliriz. Az kırıcı ortamı hafif yaya, çok kırıcı ortamıda ağır yaya benzetirsek, zar ortamına tepe olarak gelen ışığın bir kısmı ters dönerek çukur olarak yansırken bir kısmı da zarda tepe olarak ilerler. Zar içinde ilerleyen bu ışık dalgasının bir kısmı alt yüzeyin L noktasından tepe olarak çıkarken, bir kısmı da zar içinde yansır ve tepe olarak ilerleyerek M noktasından tepe olarak hava ortamına geçer. Üst yüzeydeki M noktasından tepe olarak yansıyan ışık dalgası da alt yüzeydeki N noktasından tepe olarak hava ortamına geçer.

Sonuç olarak üstteki hava ortamına çıkan ışık dalgalarından, biri çukur diğeri tepe olarak geçerken, zan geçen dalgaların her ikisi de tepe olur.

Zar kalınlığı (d) sıfıra çok yakın olunca, üst yüzeyden çukur, alt yüzeyden tepe olarak dönen ışınlar arasındaki yol farkı sıfıra çok yakın bir değer olur. Zıt olarak karşılaşan bu dalgalar birbirlerini söndürürler. Böylece zara üstten bakan göz, zarı karanlık olarak görür.

Yol farkı sıfır olduğunda ise zarı tepe olarak geçen ışık dalgaları birbirlerini kuvvetlendirirler. Böylece zara alttan bakan göz, zarı aydınlık olarak görür.

Bu deneyin sonuçlarına göre;

$$\lambda_{Zar} = \frac{\lambda_{hava}}{2}$$ bağıntısı ite bulunur.

λ_{Zar} = Işığın zar içindeki dalga boyu

Zara üstten bakıldığı zaman zar kalınlığı (d),

Yol farkı = $\Delta s = 2d + \frac{\lambda_{zar}}{2} = k.\lambda_{zar}$ ise aydınlık saçak

Yol farkı = $\Delta s = 2d - \frac{\lambda_{zar}}{2} = (k - \frac{1}{2}).\lambda_{zar}$ karanlık saçak

d : Zar kalınlığı (k = 1,2. 3,4 ...)

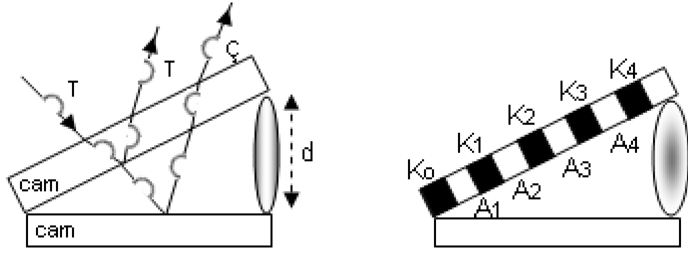
Zara alttan bakıldığı zaman zar kalınlığı (d)

Yol farkı = $\Delta s = 2d = k.\lambda_{zar}$ ise aydınlık saçak

Yol farkı = $\Delta s = 2d = (k - \frac{1}{2}).\lambda_{zar}$ karanlık saçak

- ❖ Yukarıdaki bağıntılardaki k değeri, sıfıra yakın kalınlıktan itibaren kaçıncı .mertebeden karanlık veya aydınlık şerit olduğunu gösterir.
- ❖ Üstten bakan gözün aydınlık gördüğü zarı, alttan bakan göz karanlık görür.
- ❖ Üstten bakan gözün karanlık gördüğü zarı, alttan bakan göz aydınlık görür

HAVA KAMASI :



Şekildeki gibi cam levhalar arasında oluşturulan hava tabakasında da girişim olayı meydana gelir. Camlar arasında oluşturulan bu hava tabakasına ise hava kaması denir.

Şekilde görüldüğü gibi hava kaması üzerine ışık düşürüldüğünde üstteki camdan yansıyan ışınlarla alttaki camdan yansıyan ışınların girişimi sonucu aydınlık ve karanlık saçaklar elde edilir.

Camların dokunma noktasında olması gereken karanlık saçak gözlenmez.

k : Saçak sayısı
d : Camlar arasındaki uzaklık ise;

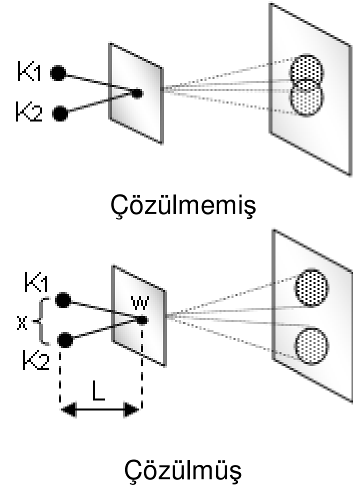
a) $\Delta S = 2.d = \left(k - \frac{1}{2}\right).\lambda$ ……….. Aydınlık saçak

b) $\Delta S = 2.d = k.\lambda$ ……………. Karanlık saçak

Özellikler:

1. Hava kamasında oluşan saçak genişliği; $\Delta x = \frac{L.\lambda}{2.d}$
2. Hava kamasının için kırıcılık indisi n olan bir sıvı ile doldurulsaydı saçak genişliği; $\Delta x = \frac{L.\lambda}{2.d.n}$ olurdu.
3. d ve L değiştirilmeden dalga boyu küçültülürse saçak genişliği azalır, saçak sayısı artar.
4. d ve λ değiştirilmeden L artırılırsa saçak genişliği artar ama sayısı değişmez.
5. L ve λ değiştirilmeden d artırılırsa saçak genişliği küçülür saçak sayısı artar.

ÇÖZME GÜCÜ:



Çözülmemiş

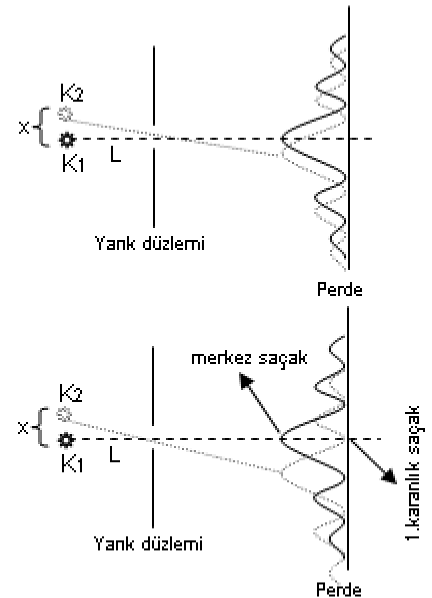
Çözülmüş

W genişliğindeki tek yarığın önüne aynı dalga boylu K_1, ve K_2 kaynakları tek yarıktan L uzaklığına konulmuştur. Birbirlerinden x kadar uzaklıkta olan kaynaklardan geçen ışınlar yarıklardan geçerken kırınıma uğrarlar. Kaynaklara yarığın arkasından bakan göz. K_1 ve K_2 kaynaklarını birbirinden ayırt edemez ise, bu durumda kaynaklar çözülmemiştir; deriz.

İki görüntüden birinin merkezi aydınlık saçağı, diğerinin birinci karanlık saçağı ile üst üste gelince görüntüler çözülmüş olur.

Kaynaklar çözülmüş ise; $\frac{x}{L} > \frac{\lambda}{W}$ dir.

Kaynaklar çözülmemiş ise; $\frac{x}{L} < \frac{\lambda}{W}$ dir.



❖ Kaynakların çözünebilmesi için:

1. K_1 ve K_2 birbirinden uzaklaştırılmalı.
2. Merkez saçakları küçültülmeli.
3. K_1 ve K_2 yarıklar düzlemine yaklaştırılmalı.